



BEST AVAILABLE COPY

54 Innere Priorität: 15.10.81 DE 31409393  
71 Anmelder:  
Vox, Anton J., 7302 Ostfildern, DE

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

Behördeneigentum

DE 3151475 A1

- 54 Im Freien aufstellbare oder errichtbarer Silobehälter zur Aufnahme von mindestens einem mindestens ein radioaktives Brennelement enthaltenden Transport- oder Lagerbehälter oder Brennelement-Hüllrohr

Es handelt sich um einen im Freien aufstellbaren oder errichtbaren Silobehälter (1g), insbesondere aus Stahl und/oder Beton, mit einem Innenraum zur Aufnahme von mindestens einem mindestens ein radioaktives Brennelement enthaltenden Transport- oder Lagerbehälter oder Brennelement-Hüllrohr. Der Silobehälter (1g) weist eine Einrichtung zum Abführen der vom Transport- oder Lagerbehälter in den Innenraum des Silobehälters (1g) abgegebenen Wärme auf. Diese enthält den Silobehälter (1g) durchziehende, gegen den Innenraum abgedichtete und beidseitig nach außen geführte Wärmetauschrohre oder -kanäle (10c) aus wärmeleitendem Material, insbesondere aus Metall, z.B. Aluminium oder Kupfer. Verlaufen die Kanäle (10c) vertikal parallel zur Behälterlängsrichtung, wobei der Einlaß und der Auslaß höhenversetzt sind, erhält man einen Kamineffekt. Die Kanäle können im Bereich des Behältermantels im Innenraum verlaufen, wobei es noch günstiger ist, wenn sie im Behältermantel (6c) verlaufen. In diesem Falle kann der Behältermantel (6c) als Innenwandung einen metallischen Hüllkörper (30) besitzen, an dessen Außenseite die aus Metall bestehenden Rohre oder Kanäle fest aufgesetzt sein können. Zweckmäßigerweise sind die Rohre oder Kanäle (10c) in den Beton des Behältermantels (6c) eingegossen. Ein einen kompakten Block darstellender Silobehälter, dessen Einzelteile fest miteinander verbunden sind, läßt sich besonders einfach handhaben und transportieren, gegebenenfalls vom Kernkraftwerk an, wo die abgebrannten Brennelemente anfallen. (31 51 475)

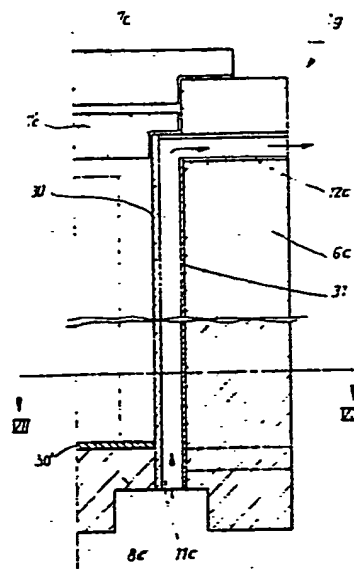


Fig 6

DE 3151475 A1

24.10.81

3151475

15. Dezember 1981

D 8690 - dls

Anton J. V o x , 7302 Ostfildern 1 - Ruit.

---

Im Freien aufstellbarer oder errichtbarer Silo-  
behälter zur Aufnahme von mindestens einem minde-  
stens ein radioaktives Brennelement enthaltenden  
Transport- oder Lagerbehälter oder Brennelement-  
Hüllrohr

---

A n s p r ü c h e :

① Im Freien aufstellbarer oder errichtbarer Silobe-  
hälter, insbesondere aus Stahl und/oder Beton, mit einem  
Innenraum zur Aufnahme von mindestens einem mindestens ein  
radioaktives Brennelement enthaltenden Transport- oder  
Lagerbehälter oder Brennelement-Hüllrohr, mit einer Ein-  
richtung zum Abführen der vom Transport- oder Lagerbehälter  
in den Innenraum des Silobehälters abgegebenen Wärme, da-  
durch gekennzeichnet, daß die Wärmeabführeinrichtung den  
Silobehälter (1) durchziehende, gegen den Innenraum abge-  
dichtete und beidseitig nach außen geführte Wärmetausch-  
rohre oder -kanäle (10) aus wärmeleitendem Material, ins-  
besondere aus Metall, z. B. Aluminium oder Kupfer, ent-  
hält.

2. Silobehälter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre oder Kanäle (10) vertikal parallel zur Behälterlängsrichtung verlaufen, wobei der Einlaß (11) und der Auslaß (12) höhenversetzt sind.
3. Silobehälter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von Rohren oder Kanälen (10) vorhanden ist, die über den Umfang verteilt sind.
4. Silobehälter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre oder Kanäle (10) beidseitig frei ausmünden.
5. Silobehälter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre oder Kanäle (10, 10a, 10c, 10d, 10e) einenends im Bereich des Behälterdeckels und andernends im Bereich des Behälterbodens ausmünden.
6. Silobehälter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre oder Kanäle (10, 10a, 10c) mindestens mit ihrem im Bereich des Behälterdeckels (7) angeordneten Ende durch den Behältermantel hindurch seitlich ausmünden.
7. Silobehälter nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre oder Kanäle (10a, 10c) mindestens mit ihrem im Bereich des Behälterbodens angeordneten Ende in Behälterlängsrichtung ausmünden.

8. Silobehälter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß sich an den den Behälter-Innenraum nach unten hin begrenzenden Boden (8a, 8c) eine zur Atmosphäre hin offene Luftkammer (13) anschließt, z. B. indem vom Boden abstehende Standbeine vorhanden sind oder der Behältermantel über den Boden mit einem Durchbrechungen (14) aufweisenden Mantelbereich vorgezogen ist, wobei die Rohre oder Kanäle über den Boden in die Luftkammer (13) ausmünden.

9. Silobehälter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre oder Kanäle (10k, 10l) beidseitig im Bereich des Behälterdeckels ausmünden, indem sie U-ähnliche Gestalt mit einem radial innenliegenden vertikalen Schenkel (37, 37') und einem radial außenliegenden vertikalen Schenkel (39, 39') besitzen, die im Bereich des Behälterbodens miteinander verbunden sind.

10. Silobehälter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre oder Kanäle (10, 10a) im Bereich des Behältermantels im Innenraum verlaufen, wobei gegebenenfalls der radial außenliegende Schenkel im Behältermantel angeordnet ist.

11. Silobehälter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre oder Kanäle (10c, 10d, 10e, 10k, 10l) im Behältermantel verlaufen.

12. Silobehälter nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Behältermantel als Innenwandung einen metallischen Hüllkörper (30, 30d, 30e) besitzt, an dessen dem Innenraum abgewandten Außenseite die Rohre oder Kanäle, gegebenenfalls deren radial innerer Schenkel, im Behältermantel verlaufen.

13. Silobehälter nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohr- oder Kanalwand aus Metall besteht und mit dem metallischen Hüllkörper z. B. durch Verschweißen fest verbunden ist.

14. Silobehälter nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Außenseite des metallischen Hüllkörpers über den Umfang verteilt zu ihm hin offene Hohlprofile (31) aus Metall, z. B. mit U-förmigem Querschnitt, aufgesetzt sind.

15. Silobehälter nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre oder Kanäle in den Beton des Behältermantels eingegossen sind.

16. Silobehälter nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Behältermantel aus mehreren ineinander angeordneten, in radialer Richtung aufeinanderfolgenden Teilmänteln aus Beton besteht (Fig. 10).

17. Silobehälter nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß in den Beton des Behältermantels Teilchen (41) eingebettet sind, die aus die Strahlung abschirmendem oder absorbierendem und/oder die Wärme leitendem Material, z. B. aus Kunststoff, Metall oder Graphit, bestehen.
18. Silobehälter nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß mit Metall umhüllte Kunststoffteilchen (41) in den Beton eingebettet sind.
19. Silobehälter nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß den Mantel des Silobehälters nach außen durchquerende Wärmeleitrippen (16, 17, 32) vorhanden sind, die zweckmäßigerweise vom metallischen Hüllkörper (30) ausgehen.
20. Silobehälter nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß weitere Wärmeleitrippen (33) vom Innenraum bis in die Rohre oder Kanäle verlaufen.
21. Silobehälter nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Behältermantel eine Außenschicht aus wärmeabstrahlendem Material besitzt.

22. Silobehälter nach einem der Ansprüche 12 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenraum nach unten hin von einem Metall-Bodenteil (30') abgeschlossen ist, das randseitig mit dem metallischen Hüllkörper (30) fest verbunden ist und an das sich nach unten hin der Boden (8c) des Behältermantels anschließt.
23. Silobehälter nach einem der Ansprüche 12 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Behälterdeckel vorhanden sind, von denen ein innerer Behälterdeckel (7'c) auf den metallischen Hüllkörper (30) innerhalb des Behältermantels oben aufgesetzt ist und von denen ein äußerer Behälterdeckel (7c) auf den zweckmäßigerweise aus Beton bestehenden Behältermantel oben aufgesetzt ist.
24. Silobehälter nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß er einen kompakten Block darstellt, dessen Einzelteile fest miteinander verbunden sind.

24-10-81

3151475

15. Dezember 1981

-7-

D 8690 - dls

Anton J. V o x , 7302 Ostfildern 1 - Ruit.

---

Im Freien aufstellbarer oder errichtbarer  
Silobehälter zur Aufnahme von mindestens einem  
mindestens ein radioaktives Brennelement ent-  
haltenden Transport- oder Lagerbehälter oder  
Brennelement-Hüllrohr

---

Die Erfindung betrifft einen im Freien aufstellbaren oder  
errichtbaren Silobehälter, insbesondere aus Stahl und/oder  
Beton, mit einem Innenraum zur Aufnahme von mindestens ei-  
nem mindestens ein radioaktives Brennelement enthaltenden  
Transport- oder Lagerbehälter oder Brennelement-Hüllrohr,  
mit einer Einrichtung zum Abführen der vom Transport- oder  
Lagerbehälter in den Innenraum des Silobehälters abgegebenen  
Wärme.

Radioaktive Brennelemente werden wegen der von ihnen ausge-  
henden radioaktiven Strahlung und der von ihnen entwickelten  
Wärme in besonders ausgebildeten Transport- oder Lagerbehäl-  
tern transportiert oder gelagert, wobei sich die Brennelemen-  
te auch in Hüllrohren befinden können. Dabei ist es erfor-  
derlich, beispielsweise wenn es sich um abgebrannte Brenn-  
elemente handelt, die Transport- oder Lagerbehälter mit  
den eingesetzten Brennelementen eine Zeitlang in einem



Zwischenlager zu deponieren, bis die Temperatur genügend weit abgeklungen ist. Außerdem reicht die Kapazität der bestehenden Wiederaufbereitungsanlagen nicht aus, sämtliche anfallenden Brennelemente zu verarbeiten, was ebenfalls das Errichten von Zwischenlagern notwendig macht.

Zur Zwischenlagerung der mit Brennelementen gefüllten Transport- oder Lagerbehälter oder Hüllrohre ist nun bereits vorgeschlagen worden, lagerhallenartige Gebäude zu errichten, in denen sie nebeneinander abgestellt werden. Nachteilig hierbei ist jedoch das große Sicherheitsrisiko, das in Kauf genommen werden muß. Die Folgen eines Einsturzes einer solcher Lagerhalle mögen zwar voraussehbar und überschaubar sein, wenn die Halle ohne Fremdeinwirkung auf die Transport- oder Lagerbehälter zusammenbricht. Unübersehbar sind jedoch die verheerenden Folgen z. B. eines Flugzeugabsturzes, vor allem wenn es sich um eines der heutzutage häufig anzutreffenden Großraumflugzeuge handelt. In diesem Falle werden die Transport- oder Lagerbehälter nicht nur mit ungeheurer Wucht durcheinandergeworfen und mit Gebäude- und Flugzeugtrümmern überdeckt. Es ist vielmehr auch zu berücksichtigen, daß sehr große Mengen leicht brennbaren Treibstoffes sofort in Brand geraten, so daß explosionsartige Feuer entfacht werden, die die Transport- oder Lagerbehälter und die Trümmer in einen riesigen Flächenbrand hüllen. Hierbei treten Temperaturen von weit über 1 000 Grad Celsius auf, und die Zeitdauer bis zum Löschen eines solchen Brandes ist kaum abschätzbar, zumal

bei einem solchen Unfall Spaltmaterial freikommen kann, so daß nur aus großem Abstand und unter größten Sicherheitsvorkehrungen gelöscht werden kann. Dazuhin kann die Hitze- einwirkung die bei manchen Transport- oder Lagerbehältern außen aufgebraachte Neutronenschutzschicht zerstören und somit unwirksam machen. Auch die Hüllrohre der Brennelemente, die nicht in hochtemperaturfestes Material eingebunden sind und sich in einem Gasraum befinden, können zerstört werden und zerbröseln. Hinzu kommt außerdem, daß gleichzeitig mit der Halle auch die in ihr installierten Hebezeuge z. B. in Gestalt von Laufkränen, mit deren Hilfe die Transport- oder Lagerbehälter üblicherweise in der Halle verfahrbar sind, unbrauchbar werden, so daß die Ankunft gesonderter Krane od. dgl. abgewartet werden muß. All dies führt dazu, daß eine nicht überschaubare Zeit vergeht, bis man die Unfall- stelle "in den Griff bekommt". Innerhalb dieser Zeit können große Mengen von radioaktivem Material frei werden und in die Atmosphäre gelangen, ganz abgesehen davon, daß unter ungünstigen Umständen evtl. sogar eine Kettenreaktion in Gang gesetzt werden kann.

Ein weiterer Nachteil ist darin zu sehen, daß der Bau einer solchen Lagerhalle mit all ihren Sicherheitseinrichtungen sehr teuer ist und daß sie für eine ganz bestimmte Behälter- anzahl ausgelegt ist, unabhängig vom sich erst später ein- stellenden tatsächlichen Bedarf, so daß Überkapazitäten auftreten oder zu wenig Lagermöglichkeiten vorhanden sind.

Um die geschilderten Nachteile zu vermeiden, ist gemäß der Patentanmeldung P 31 07 158.9 bereits ein Silobehälter mit den eingangs genannten Merkmalen vorgeschlagen worden. Die Transport- oder Lagerbehälter werden bei diesem System nicht mehr in dichter Packung in einer gemeinsamen Halle gelagert, sondern jeweils in einem Silobehälter untergebracht, wobei die Silobehälter vorgefertigt und je nach Bedarf angeliefert und frei im Gelände aufgestellt werden können. Kommt es zu einem Flugzeugabsturz, werden nur verhältnismäßig wenige Silobehälter getroffen, wobei die Unfallstelle wegen des Fehlens der Hallentrümmer weitaus zugänglicher ist. Die nicht unmittelbar getroffenen Silobehälter bleiben unbeschadet stehen oder kippen allenfalls um, wenn mit dem Flugzeugabsturz beispielsweise eine Druckwelle verbunden ist. Außerdem bilden die gegebenenfalls in den Erdboden eingelassenen Silobehälter einen zusätzlichen Feuerschutz, so daß bei einem Brand die Transport- oder Lagerbehälter einer geringeren Hitzeeinwirkung ausgesetzt sind als im Falle einer Lagerhalle, in der die Transport- oder Lagerbehälter unmittelbar im Feuer stehen. Somit können die Aufräumarbeiten bedeutend früher begonnen werden, und die Gefahr einer radioaktiven Verseuchung der Atmosphäre ist stark vermindert. Außerdem ist die Handhabung der Silobehälter sehr einfach, da hierfür z. B. ein Mobilkran ausreicht, mit dem man auf in den betreffenden Gelände angelegten Straßen an jeden Aufstellort gelangen kann. Diese Lösung ist außerdem erdbebensicher, da im Falle eines

-5-  
M

3151475

Erdbebens die Silobehälter allenfalls umfallen, ohne daß ein weiterer Schaden entsteht. Des weiteren ist ersichtlich, daß keine unnötigen Lagerkapazitäten vorhanden sind.

Bei diesem Silobehälter ist nun des weiteren vorgesehen, daß seine Wandung Lüftungsöffnungen enthält, über die Außenluft in den Innenraum eintreten und in erwärmtem Zustand unter Mitnahme der vom Transport- oder Lagerbehälter in den Innenraum abgegebenen Wärme wieder austreten kann. An den Stellen des Lufteinlasses und Luftauslasses ist also der Innenraum des Silobehälters mit der Außenatmosphäre verbunden.

Diese Lösung ist nun insofern nicht optimal, als zum einen am Transport- oder Lagerbehälter ungewollt eine Undichtheit auftreten und radioaktiv verseuchtes Medium austreten kann, das dann durch die Lüftungsöffnungen des Silobehälters in die Atmosphäre gelangen kann. Im Hinblick auf die für Transport- oder Lagerbehälter geltenden Sicherheitsbestimmungen ist diese Gefahr zwar gering, sie kann jedoch wegen der unübersehbaren Folgen nicht außer Betracht bleiben. Zum anderen kann über die Lüftungsöffnungen beispielsweise bei einem Flugzeugabsturz Kerosin oder ein entsprechend explosives bzw. brennbares Medium in den SilobehälterInnenraum gelangen, was zu die Abschirmung und die Dichtigkeit herabsetzenden Beschädigungen am Transport- oder Lagerbehälter führen kann. Auch kann Regenwasser eintreten oder

Kondenswasser sich bilden, ebenso wie Ungeziefer eindringen kann. Des weiteren kann vom Transport- oder Lagerbehälter ausgehende Strahlung durch die Lüftungsöffnungen nach außen gelangen. All dies ist unerwünscht.

Der vorliegenden Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, einen Silobehälter der eingangs genannten Art zu schaffen, der bei sicherer Abfuhr der Wärme eine erhöhte Sicherheit besitzt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Wärmeabführeinrichtung den Silobehälter durchziehende, gegen den Innenraum abgedichtete und beidseitig nach außen geführte Wärmetauschrohre oder -kanäle aus wärmeleitendem Material, insbesondere aus Metall, z. B. Aluminium oder Kupfer, enthält.

Die im Innenraum des Silobehälters entstehende Wärme wird über die Wandung der Rohre oder Kanäle an ein in diesen strömendes Kühlmedium abgegeben, zweckmäßigerweise an durch die Rohre oder Kanäle geführte Außenluft, die die Wärme an die Atmosphäre abgibt. Dabei sind die Rohre oder Kanäle gegen den Innenraum abgedichtet, so daß dieser rundum geschlossen ist. Auf diese Weise erhält man für die Brennelemente eine mehrfache Sicherheit, da sie zum einen vom Transport- oder Lagerbehälter und zum anderen zusätzlich vom Silobehälter dicht umschlossen sind. Selbst wenn also

der Transport- oder Lagerbehälter undicht werden sollte, wird hierdurch die Umgebung nicht verseucht. Außerdem wird ein direkter Strahlungsdurchgang durch den Silobehälter vermieden, da ja keine Lüfungsöffnungen mehr vorhanden sind. Auch in umgekehrter Richtung, also von außen nach innen, gewährleistet der Silobehälter einen ausgezeichneten Schutz, da wegen der vollständigen Trennung der Außenatmosphäre vom Innenraum nichts in den Silobehälter eindringen kann.

Zweckmäßigerweise verlaufen die Rohre oder Kanäle vertikal parallel zur Behälterlängsrichtung, wobei der Einlaß und der Auslaß höhenversetzt sind. Hierdurch entsteht eine Kaminwirkung, so daß ohne zusätzliche Mittel ein Luftstrom zustande kommt. Wenn hier und im folgenden von Längsrichtung gesprochen wird, so ist hiermit die vertikale Höhenrichtung gemeint. Die Höhenabmessung des Silobehälters kann auch kleiner sein als die Abmessungen in der Horizontalen, wenn man die Brennelemente nicht stellt, sondern legt.

Die Rohre oder Kanäle können im Bereich des Behältermantels im Innenraum verlaufen. Hinsichtlich der Wärmeabfuhr ist es jedoch noch zweckmäßiger, wenn die Rohre oder Kanäle im Behältermantel verlaufen, wobei der Behältermantel als Innenwandung einen metallischen Hüllkörper besitzen kann, an dessen dem Innenraum abgewandten Außenseite die Rohre oder Kanäle im Behältermantel verlaufen. Dabei ist bei einer bevorzugten Ausführungsform ferner vorgesehen, daß die Rohr- oder Kanalwand aus Metall besteht und mit dem metallischen Hüllkörper z. B. durch Verschweißen fest ver-

bunden ist. Auf diese Weise wird die Wärme über die gesamte Innenseite des Behältermantels in die Rohre oder Kanäle geleitet, wo sie dann vom Luftstrom mitgenommen wird. Dabei steht für die Wärmeleitung nicht nur der metallische Hüllkörper, sondern auch die auf diesen nach außen hin folgenden Rohr- oder Kanalwände zur Verfügung. Die Wärmeabfuhr erfolgt insgesamt durch direkten Wärmeübergang, durch Wärmestrahlung und durch Konvektion.

Eine hinsichtlich der Herstellung besonders einfache Variante dieser Ausführungsform erhält man dadurch, daß auf die Außenseite des metallischen Hüllkörpers über den Umfang verteilt zu ihm hin offene Hohlprofile aus Metall, z. B. mit U-förmigem Querschnitt, aufgesetzt sind, die zusammen mit dem Hüllkörper die Luftkanäle bilden.

Des weiteren erhält man eine kompakte und als Ganzes transportable Anordnung, wenn die Rohre oder Kanäle in den Beton des Behältermantels eingegossen sind. Stellt der Silobehälter einen kompakten Block dar, kann man die Brennelemente mit ihren Hüllrohren bereits im Kernkraftwerk ohne Schwierigkeiten einsetzen. Bei einem solchen Transport ist ein gesonderter Trans-

portbehälter hinfällig, und der das oder die Brennelemente mit dem bzw. den Hüllrohren enthaltende Silobehälter kann an seinem Bestimmungsort sofort aufgestellt werden.

Des weiteren kann zur Begünstigung der Wärmeabfuhr vorgesehen sein, daß den Mantel des Silobehälters nach außen durchquerende Wärmeleitrippen vorhanden sind, die zweckmäßigerweise vom metallischen Hüllkörper ausgehen. Weitere Wärmeleitrippen können vom Innenraum bis in die Rohre oder Kanäle verlaufen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sowie weitere zweckmäßige Maßnahmen werden nun anhand der Zeichnung beschrieben.

Es zeigen:



- Fig. 1      eine erste Ausführungsform des Silobehälters im  
schematischen Längsschnitt,
  
- Fig. 2      eine Schnittdarstellung des Silobehälters nach  
Fig. 1 gemäß der Schnittlinie II-II,
  
- Fig. 3      eine zweite Ausführungsform des Silobehälters,  
ebenfalls im schematischen Längsschnitt,
  
- Fig. 4  
und 5      jeweils den Querschnitt einer Variante des Silo-  
behälters in Teilansicht,
  
- Fig. 6      eine dritte Ausführungsform des Silobehälters,  
ebenfalls im schematischen Längsschnitt, in  
Teildarstellung,
  
- Fig. 7      den Silobehälter gemäß Fig. 6 im Querschnitt  
gemäß der Schnittlinie VII-VII in Fig. 6,
  
- Fig. 8      eine dem Silobehälter nach den Fig. 6 und 7  
ähnliche Ausführungsform im Querschnitt,
  
- Fig. 9      eine weitere Variante des Silobehälters im  
Querschnitt,
  
- Fig. 10     eine weitere Variante des Silobehälters, eben-

21 17

3151475

falls im Querschnitt,

Fig. 11 A

und 11 B jeweils den Längsschnitt eines Silobehälters mit U-förmigen Wärmetauschrohren oder -kanälen,

Fig. 12 ein bei jedem Silobehälter anwendbares, in den Beton einzubettendes Teilchen in Einzeldarstellung,

Fig. 13 die Draufsicht einer Mehrfachanordnung von Silobehältern und

Fig. 14 eine weitere Mehrfachanordnung in Draufsicht.

Zunächst werden die Ausführungsbeispiele nach den Fig. 1 bis 3 beschrieben. Dieser Silobehälter 1 bzw. 1a (Fig. 1 bzw. 3) dient zum Lagern eines Transport- oder Lagerbehälters 2 bzw. 2a, der mindestens ein radioaktives Brennelement 3 bzw. 3a enthält. Da die Gestalt des Transport- oder Lagerbehälters, der auch von einem Hüllrohr gebildet werden kann, und die Brennelemente im einzelnen im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung nicht weiter interessieren, sind sie lediglich gestrichelt angedeutet. Der Silobehälter 1 bzw. 1a ist im Freien aufgestellt, wobei der in Fig. 1 dargestellte Behälter in gleicher Weise wie der Silobehälter 1a in den Erdboden 4 eingelassen sein kann. Hierzu ist in den Erdboden 4 ein konisch

nach unten zulaufendes Erdloch 5 eingegraben. Die Tiefe dieses Erdloches ist variabel, d.h. der Silobehälter kann vollständig oder nur teilweise versenkt sein. Selbstverständlich kann er auch auf dem Erdboden stehen. Eine versenkte Anordnung ist aber aus sicherheitstechnischen Gründen zweckmäßiger.

Der Silobehälter 1, 1a besteht aus bruch sicherem und feuerfestem Material geeigneter Wandstärke, z. B. aus Stahl, Beton, Stahlbeton od. dgl., wobei Beton oder Stahlbeton bevorzugt ist. Es handelt sich um einen vorgefertigten Silobehälter, der in fertigem Zustand an seinen Aufstellort gebracht wird. Nach seinem Aufstellen läßt er sich öffnen, damit der Transport- oder Lagerbehälter 2, 2a eingesetzt werden kann. Es besteht auch die Möglichkeit, den Silobehälter zusammen mit dem eingesetzten Transport- oder Lagerbehälter mit Hilfe einer geeigneten Transporteinrichtung, z. B. ein Mobilkran, zu versetzen. Der Silobehälter kann auch im Kernkraftwerk mit mindestens einem abgebrannten Brennelement befüllt und dann an den Aufstellort transportiert werden, so daß ein gesonderter Transportbehälter entfallen kann.

Der Mantel 6, 6a des Silobehälters ist zylindrisch ausgebildet, wobei allerdings auch andere Querschnittsformen, z. B. eine rechteckige Gestalt, möglich sind. Auf diesen Mantel 6, 6a ist ein kuppelförmiger Deckel 7, 7a dicht aufgesetzt, über den der Transport- oder Lagerbehälter 2, 2a eingebracht werden kann. Der Deckel kann selbstverständlich auch plan verlaufen und den Silobehälter nach Art eines Schachtdeckels abschließen.

Ferner kann man, was in der Zeichnung nicht dargestellt ist, den Silobehälter aus mehreren vorgefertigten Einzelteilen zusammensetzen, beispielsweise aus aufeinandergesetzten Ringsegmenten. Diese Ringsegmente kann man in vorgefertigtem Zustand bereithalten und je nach Bedarf zu einem Silobehälter zusammensetzen. Hierauf soll an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden.

Aus der Zeichnung ist ersichtlich, daß der Innenraum des Silobehälters 1, 1a - dies gilt auch für die übrigen Ausführungsbeispiele - größer als die Abmessungen des Transport- oder Lagerbehälters 2, 2a ist, so daß die Luft im Behälter-Inneren zirkulieren kann. Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 steht zur Verbesserung der Luftzirkulation vom Boden 8 des Silobehälters außerdem eine Abstandseinrichtung 9 in den Innenraum hinein vor, auf die der Transport- oder Lagerbehälter gestellt ist, so daß dieser nur stellenweise untergriffen wird. Auch dies kann gleichermaßen bei den übrigen Ausführungsbeispielen verwirklicht sein. Die im Innenraum des Silobehälters befindliche Luft wird durch die über die Wandung des Transport- oder Lagerbehälters abgegebene Wärme, die von den Brennelementen herührt, erwärmt. Diese Wärme muß nach außen hin abgeführt werden.

Hierzu durchziehen Wärmetauschrohre oder -kanäle 10, 10a den Silobehälter 1, 1a, die eine Wärmeabführeinrichtung bilden. Diese Rohre bestehen aus wärmeleitendem Material,

insbesondere aus Metall, z. B. Aluminium oder Kupfer. Dabei sind die Rohre 10, 10 a gegen den Innenraum des Silobehälters abgedichtet und beidseitig nach außen geführt, so daß man durch sie in abgedichteter Weise ein Kühlmedium leiten kann, ohne daß eine Verbindung zwischen dem Innenraum und der Außenatmosphäre besteht. Die Innenraumluft gibt also ihre Wärme über die Wandung der Rohre an das Kühlmedium ab, das die Wärme wegtransportiert. Das Kühlmedium, das von der Außenluft gebildet wird, kann mit Hilfe eines den Rohren 10, 10a vor- oder nachgeschalteten Gebläses durch die Rohre strömen, bei einer Anordnung der Rohre gemäß den dargestellten Ausführungsbeispielen kann jedoch auf eine solche zusätzliche Maßnahme verzichtet werden. Es ist nämlich vorgesehen, daß die Rohre oder Kanäle 10, 10a vertikal parallel zur Behälterlängsrichtung verlaufen, wobei der Einlaß 11, 11a und der Auslaß 12, 12a höhenversetzt sind, so daß eine Kaminwirkung entsteht, die die Außenluft selbsttätig durch die Rohre strömen läßt. Die auf diese Weise vom Behälter-Inneren abgeführte Wärmemenge kann durch Variation des Rohrquerschnittes und die Anzahl der Rohre an die Erfordernisse angepaßt werden, wobei bei sämtlichen dargestellten Ausführungsbeispielen eine Mehrzahl von Rohren oder Kanälen 10, 10a vorhanden ist, die über den Umfang verteilt sind. Des weiteren ist ersichtlich, daß die Rohre oder Kanäle beidseitig frei ausmünden, d. h. die Außenluft kann ungehindert ein- und austreten. In den dargestellten Fällen münden die Rohre oder Kanäle 10, 10a

mit ihrem im Bereich des Behälterdeckels 7, 7a angeordneten Ende durch den Behältermantel 6, 6a hindurch seitlich nach außen, wobei der Durchgang abgedichtet ist, z. B. indem dieses Rohrende in das Material des Behältermantels eingegossen ist.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 durchdringen auch die bodenseitigen Rohrenden in entsprechender Weise den Behältermantel in Querrichtung, während beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ein Ausmünden der Rohre 10a über den Boden 8a, also in Behälterlängsrichtung, vorgesehen ist. Dabei schließt sich in diesem Falle an den den Behälter-Innenraum nach unten hin begrenzenden Boden 8a eine zur Atmosphäre hin offene Luftkammer 13 an, die dadurch gebildet wird, daß der Behältermantel 6a über den Boden 8a mit einem Durchbrechungen 14 aufweisenden Mantelbereich vorgezogen ist, so daß mehrere über den Umfang verteilte Bereiche 15 stehen bleiben, die durch die Durchbrechungen 14 voneinander getrennt sind und die als Standbeine dienen. Vom Boden 8a können auch anders ausgebildete Standbeine vorstehen. In diesem Falle strömt die Außenluft also über die Durchbrechungen 14 in die Luftkammer 13 und von hier in die Rohre 10a.

Fig. 3 zeigt außerdem, daß die oberen Enden der Rohre 10a unter einem spitzen Winkel zur Vertikalen ausmünden und zum Erzielen einer guten Kaminwirkung nach oben hin ver-

längert sein können.

Aus den Fig. 4 und 5 geht hervor, daß die Wärmeabführeinrichtung auch Wärmeleitrippen 16 bzw. 17 aus die Wärme gut leitendem Material, insbesondere aus Metall, enthalten kann, die den Mantel 6b bzw. 6c des Silobehälters nach außen durchqueren. Auch an den Stellen dieser Wärmeleitrippen besteht keine Verbindung zwischen dem Behälter-Inneren und der Außenatmosphäre, z. B. indem sie in den Behältermantel eingegossen sind. Zur Vergrößerung der Oberfläche können die Wärmeleitrippen gemäß Fig. 4 eine Z-ähnliche Gestalt mit innen- bzw. außenliegenden Schenkeln besitzen. Im Falle der Fig. 5 ist der Behältermantel sandwichartig aufgebaut, indem er eine Innenschicht 18 aus Stahl und eine Außenschicht 19 aus Beton besitzt. Hier brauchen die Wärmeleitrippen 17 nicht nach innen ragen, sie können vielmehr an der Innenschicht 18 endigen.

Wie bereits erwähnt, kann man die Silobehälter in den Erdboden versenken. Dabei kann man vorsehen, daß das Erdloch 5 einen größeren Durchmesser als der Silobehälter besitzt, so daß die Außenluft über den verbleibenden Zwischenraum zur Behälter-Unterseite und hier zu den Einlässen der Rohre gelangen kann. Nach oben hin kann man den Zwischenraum durch einen Gitterrost 20 abdecken.

An dieser Stelle soll auch erwähnt werden, daß man mehrere Silobehälter zu einer Mehrfachanordnung zusammenfassen kann,

wie beispielsweise Fig. 13 zeigt. Hier sind z. B. vier Silobehälter 1b, 1c, 1d, 1e in ringförmiger Anordnung um einen gemeinsamen Luftschacht 21 herum in den Erdboden versenkt. Der Luftschacht 21 ist allen Silobehältern zugeordnet und dient zur Zufuhr der Außenluft zu den Einlässen der Wärmetauschrohre oder -kanäle. Hierzu gehen vom Luftschacht 21 etwa in Höhe der Behälterböden Luftkanäle 22 zu den Silobehältern ab. Über diese Luftkanäle strömt die Außenluft in die Luftkammer 13 (Fig. 3). In Fig. 13 wurden der Übersichtlichkeit wegen die oberen Auslässe der Wärmetauschrohre nicht eingezeichnet.

Fig. 14 zeigt eine andere Mehrfachanordnung von Silobehältern. Diese Silobehälter 1f befinden sich schachbrettartig unmittelbar nebeneinander, wobei sie einen quadratischen Querschnitt besitzen können. Diese Mehrfachanordnung von Silobehältern, die vorzugsweise unterirdisch erstellt wird, kann auch dadurch gebildet werden, daß man nicht gesonderte Silobehälter nebeneinanderstellt, sondern daß die einander zugewandten Behälterwände einstückig sind. In diesem Falle kann man diese Mehrfachanordnung auch insgesamt als einen Silobehälter auffassen, der mehrere Transport- oder Lagerbehälter aufnimmt, wobei jedem Transport- oder Lagerbehälter eine gesonderte Zelle zugeordnet ist. Ferner ist wiederum ein Luftschacht 21a vorgesehen, der über einen Luftkanal 22a mit der Mehrfachanordnung verbunden ist und die Wärmetauschrohre mit Außenluft versorgt. Die Silobehälter



1f sind nach oben hin durch Deckel 7d nach Art eines Schachtdeckels abgeschlossen, über den der Transport- oder Lagerbehälter eingesetzt werden kann. Des weiteren ist aus Fig. 14 ersichtlich, daß in diesem Falle die Wärmetauschröhre 10b an der Behälter-Oberseite außerhalb des Deckels 7b austreten können, so daß die Mehrfachanordnung ringsum eingegraben werden kann. Gegebenenfalls kann man die Silobehälter auch über unterirdische Gänge zugänglich machen.

Die bisherigen Ausführungen gelten größtenteils auch für die übrigen in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Silobehälters, so daß im wesentlichen nur noch die Unterschiede behandelt werden.

Bei den bisherigen Ausführungsbeispielen verlaufen die Rohre oder Kanäle 10, 10a im Bereich des Behältermantels 6, 6a im Innenraum des Silobehälters. Demgegenüber ist bei den nun zu beschreibenden Silobehältern vorgesehen, daß die Rohre oder Kanäle im Behältermantel verlaufen.

Im Falle des Silobehälters 1g gemäß den Fig. 6 und 7 besitzt der Behältermantel 6c als Innenwandung einen metallischen Hüllkörper 30, der den Behälter-Innenraum in radialer Richtung ringsum begrenzt und in diesem Falle zylindrische Gestalt aufweist. Entlang der dem Innenraum abgewandten Außenseite des Hüllkörpers 30 verlaufen die Rohre oder Kanäle 10c, deren Rohr- oder Kanalwand eben-

falls aus die Wärme gut leitendem Metall besteht und mit dem metallischen Hüllkörper 30 z. B. durch Verschweißen fest verbunden ist. Dabei sind bei diesem Ausführungsbeispiel auf die Außenseite des metallischen Hüllkörpers 30 über den Umfang verteilt zum Hüllkörper hin offene Hohlprofile 31 aus Metall aufgesetzt, die beispielsweise einen U-förmigen Querschnitt besitzen (s. Fig. 7). Es ergibt sich im Querschnitt ein rosettenähnliches Aussehen, wobei jeder Luftkanal 10c radial innen vom metallischen Hüllkörper 30 und seitlich sowie außen vom zugehörigen Hohlprofil 31 begrenzt wird. Die Stirnseiten des Hohlprofils liegen am Hüllkörper 30 an und sind mit diesem fest verbunden. Es versteht sich, daß man/die Hohlprofile mit kreisbogenförmigem Querschnitt oder mit Rechteck-Querschnitt ausbilden kann. Diese Rohre oder Kanäle 10c sind in den Beton des Behältermantels 6c eingegossen, so daß sich für den Behältermantel ein kompakter Block ergibt, der innen vom Hüllkörper 30 mit den außen aufgesetzten Hohlprofilen 31 begrenzt wird und ansonsten nach außen hin aus Beton besteht.

Wie im Falle der Fig. 3 münden die Rohre oder Kanäle 10c einenends im Bereich des Behälterdeckels 7c und andernends im Bereich des Behälterbodens 8c nach außen, wobei der im Bodenbereich befindliche Lufteinlaß 11c vertikal und der oben angeordnete Luftauslaß 12c radial gerichtet ist. Am Lufteinlaß 11c sind der Hüllkörper 30 und die Hohlprofile 31 bis zur Bodenunterseite vorgezogen und hier in den Beton eingegossen. Der Luftauslaß 12c kann ähnlich

wie in Fig. 3 auch schräg nach oben verlaufen, wobei er von einem in den Beton des Behältermantels eingebetteten Rohrabschnitt gebildet werden kann. Mit dieser Anordnung ist noch der weitere Vorteil verbunden, daß man auch bei umgefallenem Silobehälter eine Kaminwirkung erhält, da auch dann der Lufteinlaß 11c unterhalb des Luftauslasses 12c angeordnet ist. In entsprechender Weise wie im Falle der Fig. 3 ist auch hier der Behälterboden 8c erhöht, so daß von unten her ein Luftzutritt gewährleistet ist.

Die abzuführende Wärme tritt in das Metallrohr des Hüllkörpers 30 und der Hohlprofile 31 ein, so daß die gesamte Kanalwandung zur Wärmeleitung beiträgt. Im Rohr- oder Kanal- Inneren erfolgt dann die Wärmeabgabe an die durchströmende Luft. Wiederum ist der Behälter-Innenraum trotz der Wärmetauscheinrichtung hermetisch nach außen hin abgeschlossen.

Neben dem äußeren Behälterdeckel 7c ist bei diesem Ausführungsbeispiel noch ein gesonderter innerer Behälterdeckel 7'c vorhanden, der auf den Hüllkörper 30 oben aufgesetzt ist. Der äußere Behälterdeckel 7c sitzt dagegen stirnseitig auf dem Betonkörper des Behältermantels 6c auf, so daß man im Deckelbereich eine mehrfache Sicherheit erhält. In Fig. 6 ist gestrichelt noch angedeutet, daß die Rohre oder Kanäle 10c im Bodenbereich anstelle vertikal auch radial durch den Beton des Behältermantels hindurch ausmünden können, ähnlich wie im Falle der Fig. 1. Ferner kann der Innenraum nach unten hin von einem Metall-Bodenteil 30' abgeschlossen sein, das randseitig mit dem metallischen Hüllkörper 30 fest verbunden ist und an das sich nach unten hin der Boden 8c des Behältermantels anschließt. In Zusammenhang mit den beiden

Deckeln 7c, 7'c erhält man hierdurch sozusagen ein doppelt abgeschlossenes System.

Oben wurde anhand der Fig. 4 und 5 schon erläutert, daß der Mantel des Silobehälters nach außen durchquerende Wärmeleitrippen besitzen kann. Entsprechende Wärmeleitrippen 32 können nun auch bei im Mantelmaterial des Silobehälters verlaufenden Rohren oder Kanälen vorhanden sein, die beim Ausführungsbeispiel nach den Fig. 6 und 7 zweckmäßigerweise vom metallischen Hüllkörper 30 ausgehen.

Weitere Wärmeleitrippen 33 können vom Behälter-Innenraum bis in die Rohre oder Kanäle 10c verlaufen. In Fig. 7 sind die Rippen 32, 33 beispielhaft nur einfach eingezeichnet. Es versteht sich, daß sie über den Umfang verteilt angeordnet sind.

Beim Silobehälter 1h gemäß Fig. 8 sind die Luftkanäle 10d nicht außen auf den metallischen Hüllkörper 30d aufgesetzt, der wiederum sozusagen die Innenhaut des Behältermantels bildet; sie sind vielmehr in den metallischen Hüllkörper 30d eingearbeitet. Ansonsten besteht Übereinstimmung mit dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 6 und 7.

Fig. 9 zeigt, daß der Silobehälter auch einen anderen Querschnitt als den eines Zylinders besitzen und mehr als einen Transport- oder Lagerbehälter aufnehmen kann. Dieser Silobehälter 1i ist rechteckig, wobei der Innenraum in eine der Anzahl der aufzunehmenden Transport- oder Lagerbehälter (gestrichelt angedeutet) entsprechende Anzahl von Kammern 34 unterteilt ist, die im metallischen Hüllkörper 30e angeordnet sind, der nicht nur eine Begrenzung nach außen

schafft, sondern gleichzeitig auch die Kammern 34 voneinander trennt. In diesen metallischen Hüllkörper sind die Luftkanäle 10e eingearbeitet, ähnlich wie im Falle der Fig. 8. Der metallische Hüllkörper 30e ist vollständig mit einer Betonschicht umgossen, so daß sich auch hier ein kompakter Klotz ergibt. Es versteht sich, daß der Boden- und Deckelbereich entsprechend angepaßt ist, wie es für die anderen Ausführungsbeispiele schon beschrieben worden ist.

Im Falle der Fig. 10 besteht der Behältermantel des Silobehälters 1j aus mehreren ineinander angeordneten, in radialer Richtung aufeinanderfolgenden Teilmänteln 35, 36 aus Beton, die man jeweils gesondert herstellen und auf Lager halten kann. Dabei entspricht der innere Teilmantel 35 den oben beschriebenen Behältermänteln, wobei für die Darstellung beispielhaft die Anordnung nach Fig. 7 gewählt worden ist. Je nachdem, wie stark die Transport- oder Lagerbehälter strahlen, kann man zur Abschirmung mehr oder weniger Teilmäntel übereinanderstülpen.

Während bei den bis jetzt beschriebenen Ausführungsbeispielen die Rohre oder Kanäle einenends im Bereich des Behälterdeckels und andernends im Bereich des Behälterbodens ausmünden, kann es je nach Anwendungsfall auch zweckmäßig sein, daß die Rohre oder Kanäle beidenends im Bereich des Behälterdeckels ausmünden, indem sie U-ähnliche Gestalt mit einem radial innenliegenden vertikalen Schenkel und einem radial außenliegenden vertikalen

Schenkel besitzen, die im Bereich des Behälterbodens miteinander verbunden sind. Solche Ausführungsbeispiele zeigen die Fig. 11A und 11B. Der Behältermantel dieser Silobehälter 1k bzw. 1l wird innen wiederum von einem metallischen Hüllkörper gebildet, auf den die Rohre oder Kanäle außen aufgesetzt und in den äußeren Beton des Behältermantels eingegossen sind, wie es schon mehrfach, z. B. anhand der Fig. 6, beschrieben worden ist. Dabei ist der radial innenliegende vertikale Schenkel 37 bzw. 37' der U-förmigen Rohre oder Kanäle 10k bzw. 10l mit dem Hüllkörper verbunden, wobei dieser Schenkel entsprechend der Anordnung nach den Fig. 6 und 7 von angeschweißten Hohlprofilen gebildet werden kann. An diesen Schenkel 37 bzw. 37' schließt sich im Bereich des Bodens des Silobehälters ein radialer Kanalabschnitt 38 bzw. 38' an, der in den radial außenliegenden vertikalen Schenkel 39 bzw. 39' übergeht. Die freien Enden der jeweiligen beiden Schenkel, die oben angeordnet sind, sind höhenversetzt und bilden den Lufteinlaß bzw. den Luftauslaß. Hierzu ist einer der beiden Schenkel mit Bezug auf den anderen Schenkel nach oben hin verlängert. Dies ist im Falle der Fig. 11A der radial außenliegende Schenkel 39 und im Falle der Fig. 11B der radial innenliegende Schenkel 37'. Hierdurch erhält man wiederum eine Kaminwirkung, wobei die Luftströmung im Sinne der eingezeichneten Pfeile erfolgt. Der radial innere Schenkel kann oben zum Umgehen des Behälterdeckels eine im Beton des Behältermantels schräg verlaufende Partie besitzen. Um das Eindringen von Regenwasser

zu vermeiden, kann, wie auch in anderen Fällen, bei denen die Rohre oder Kanäle oben ausmünden, eine z. B. den gesamten Silobehälter abdeckende Überdachung 40 bzw. 40' vorgesehen sein. Diese Ausführungsformen können dann zweckmäßig sein, wenn man bei eingegrabenem Silobehälter die Luft nicht von unten her über das Erdreich zuführen will.

Es versteht sich, daß man, um zu einer der Fig. 1 bis 3 ähnlichen Anordnung zu gelangen, die inneren Schenkel der U-förmigen Rohre oder Kanäle auch im Innenraum des Silobehälters verlaufen lassen kann, so daß nur der radial außenliegende Schenkel in das Material des Behältermantels eingebettet ist.

In jedem Falle kann man in den Beton des Behältermantels Teilchen zusätzlich einbetten, die aus die Strahlung abschirmendem oder absorbierendem und/oder die Wärme leitendem Material, z. B. aus Kunststoff, Metall oder Graphit, bestehen. Ein solches Teilchen zeigt Fig. 12. In diesem Falle handelt es sich um Teilchen 41, die eine Doppelfunktion erfüllen. Sie bestehen nämlich aus Kunststoff, um eine Neutronenabschirmung zu erhalten, der wegen der Gammastrahlung in Metall, insbesondere Stahl, eingebettet ist. Im einzelnen sind hier hülsenförmige Stahlrohrabschnitte 42 vorgesehen, deren Bohrung mit Kunststoff ausgegossen ist, so daß im Inneren ein zylindrisches Kunststoffteilchen 43 vorhanden ist. Die sich ergebenden Teilchen können beispielsweise 5 cm lang sein und einen Außendurchmesser von 3 cm besitzen

während der Durchmesser des Kunststoffes, also der Innendurchmesser der Metallhülse 42, einen Durchmesser von 2 cm besitzen kann.

Schließlich kann es in jedem Falle auch noch zweckmäßig sein, daß der Behältermantel eine Außenschicht aus wärmeabstrahlendem Material besitzt, also beispielsweise einen Silikon-Aluminium-Anstrich. Dies trägt dazu bei, die Temperatur des Betons möglichst niedrig zu halten.

Wenn oben an verschiedenen Stellen von Behälterlängsrichtung gesprochen worden ist, so ist hiermit die Höhenrichtung des Silobehälters gemeint. Dabei kann die Höhenabmessung des Silobehälters auch kleiner sein als seine Abmessungen in der Horizontalen, falls man z. B. ein oder mehrere in einem Hüllrohr befindliche Brennelemente in ihm nicht stehend, sondern liegend unterbringt.

Wie z. B. aus Fig. 6 ersichtlich ist, kann der Silobehälter einen kompakten einheitlichen Block darstellen, der im wesentlichen aus einem Betonklotz mit den Metallrohren und gegebenenfalls dem metallischen Hüllkörper besteht. In diesem kompakten Block kann man das oder die lediglich von einem Hüllrohr umgebenen Brennelemente auch am Anfallort der Brennelemente einbringen, wonach man den befüllten Silobehälter an den Aufstellort transportiert.





33

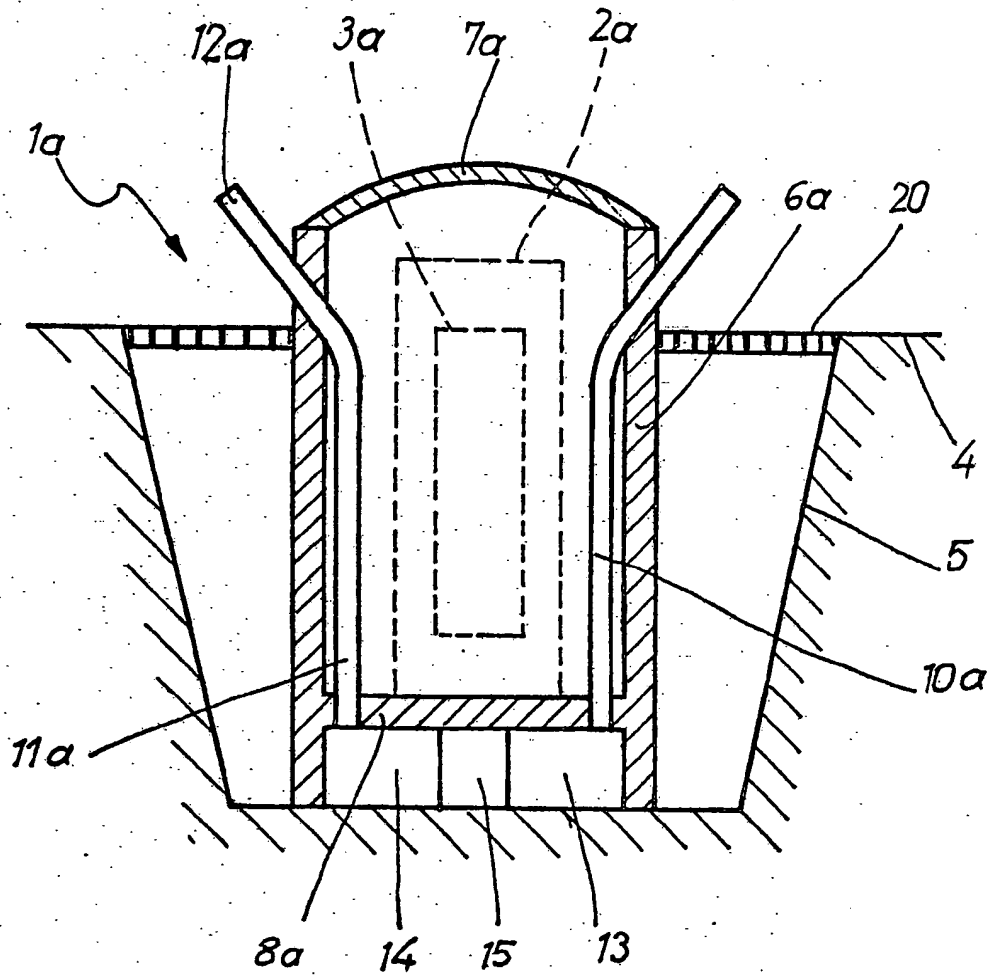


Fig. 3

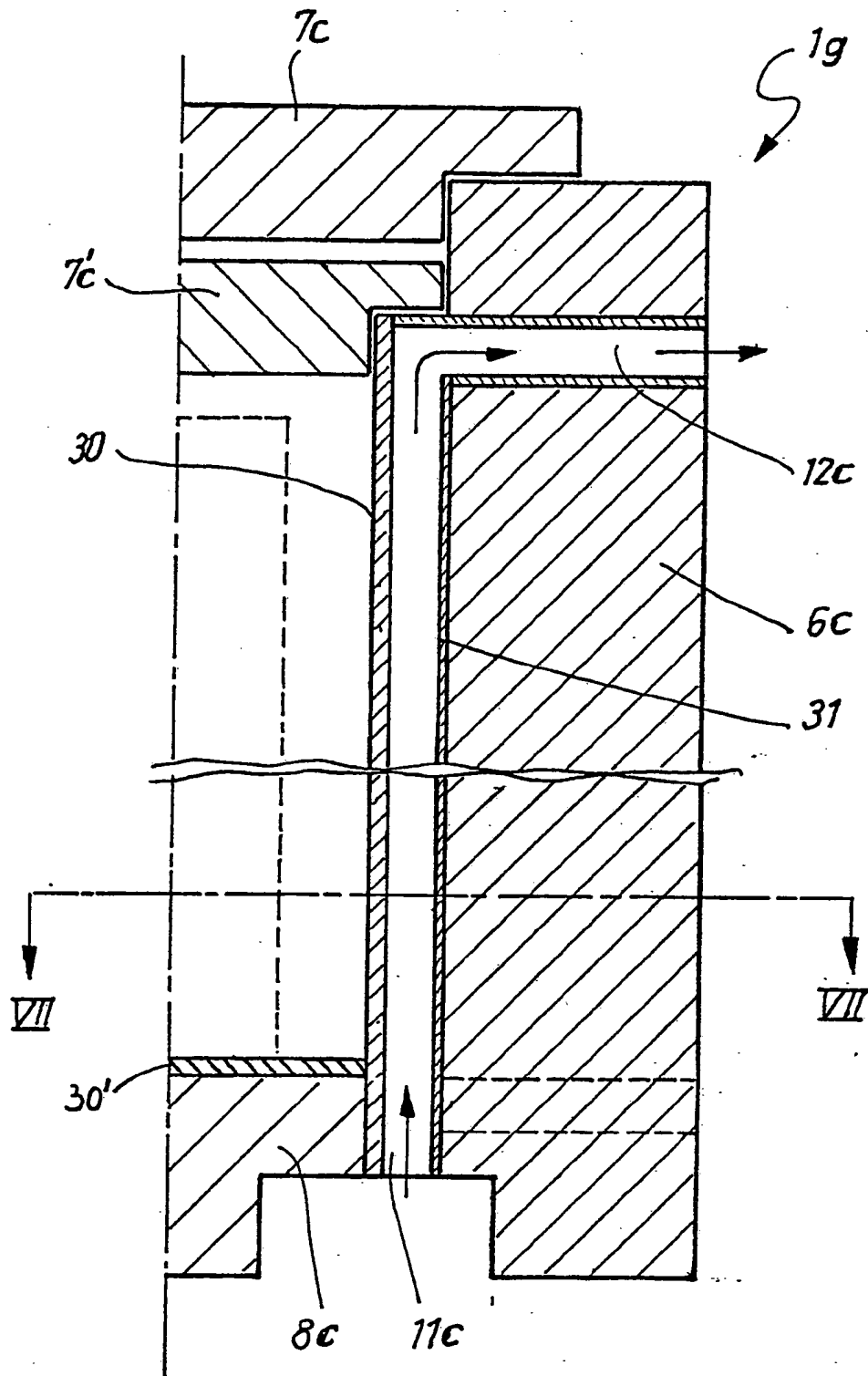


Fig. 6

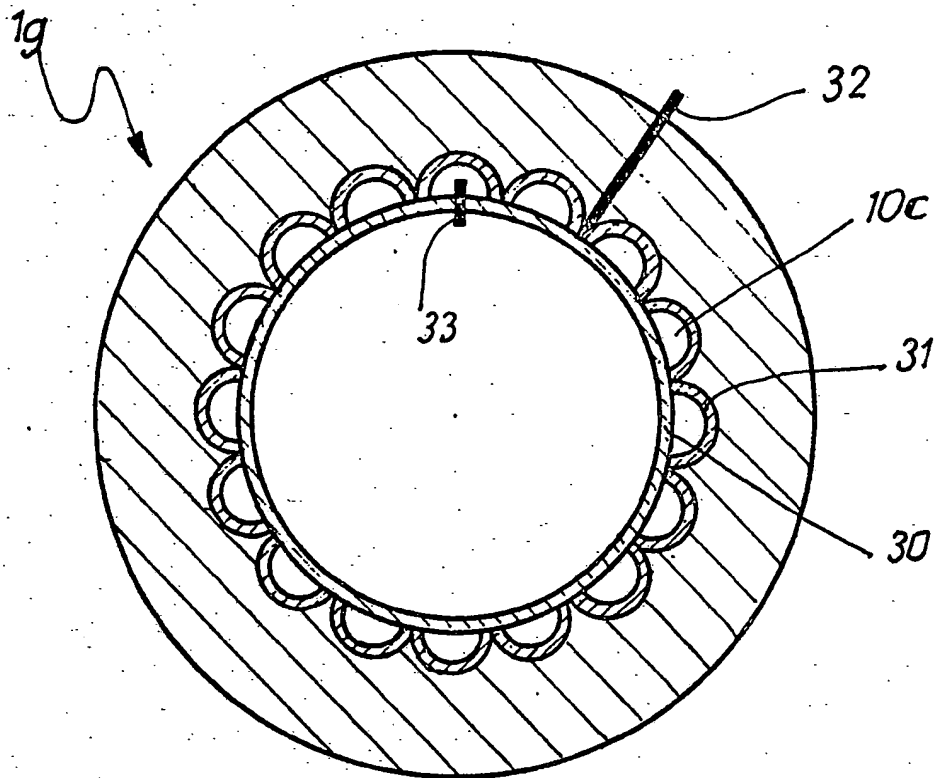


Fig. 7

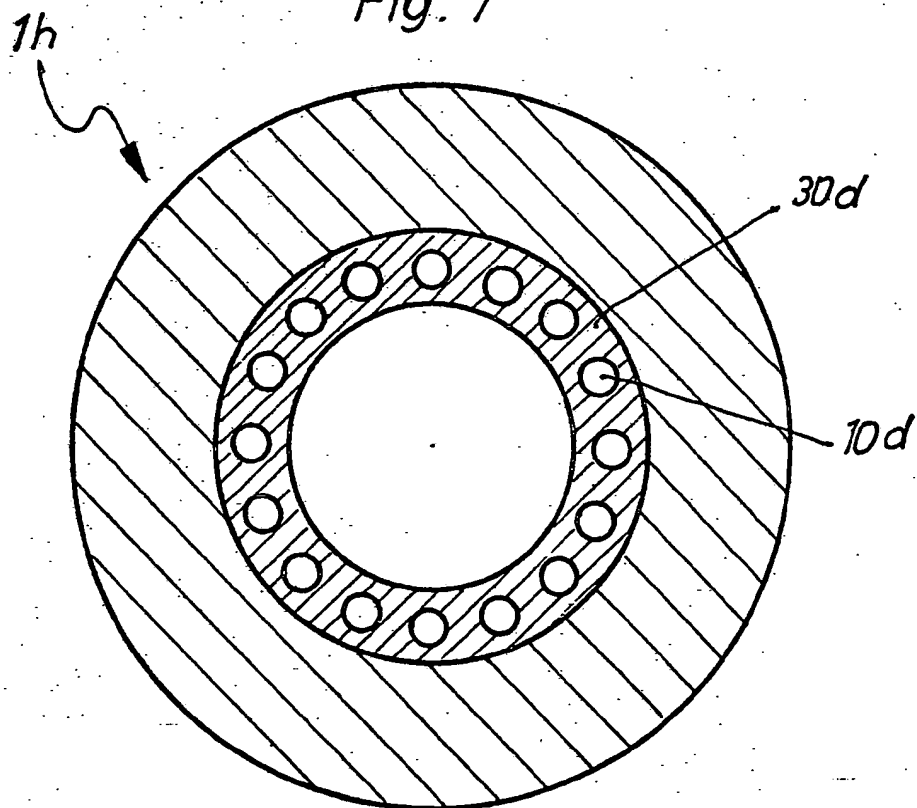


Fig. 8

36

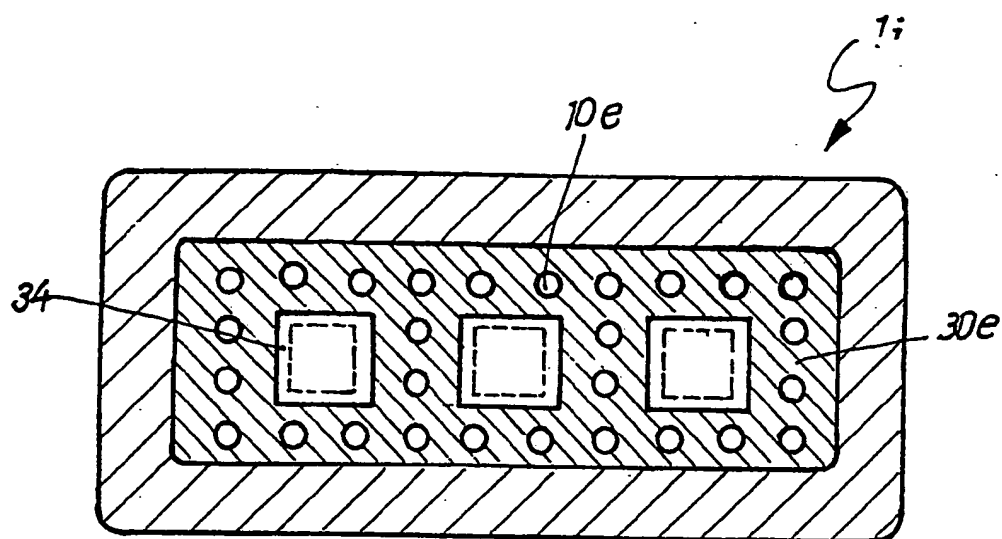


Fig. 9

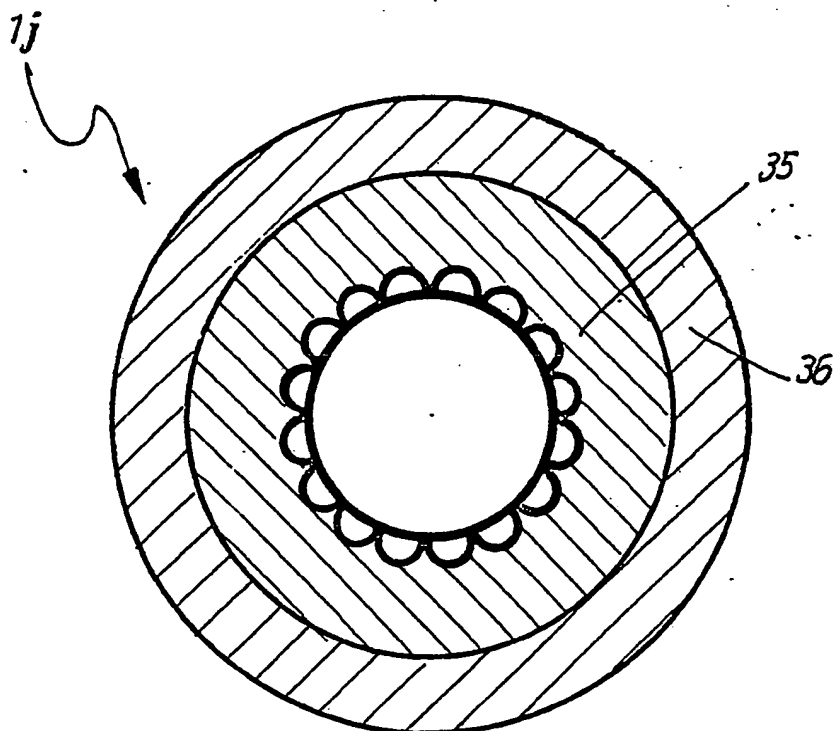
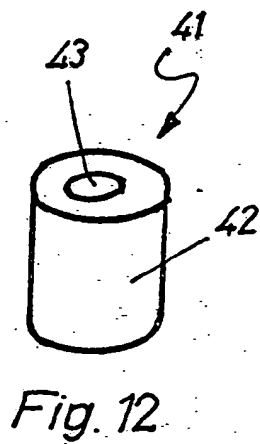
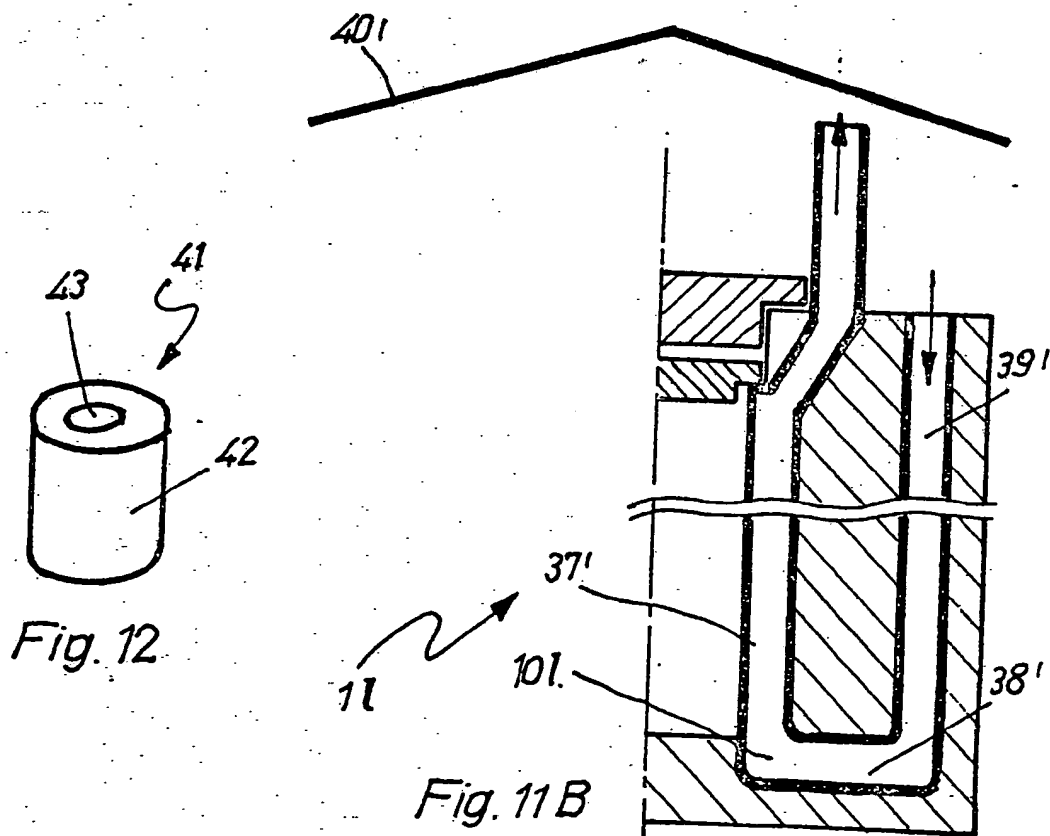
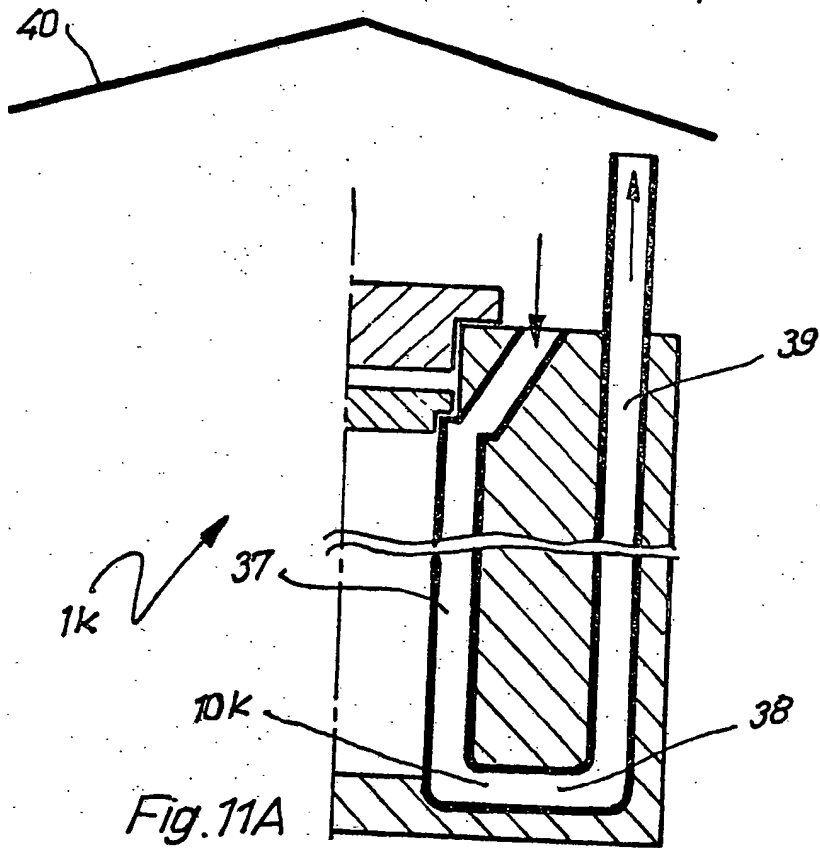


Fig. 10



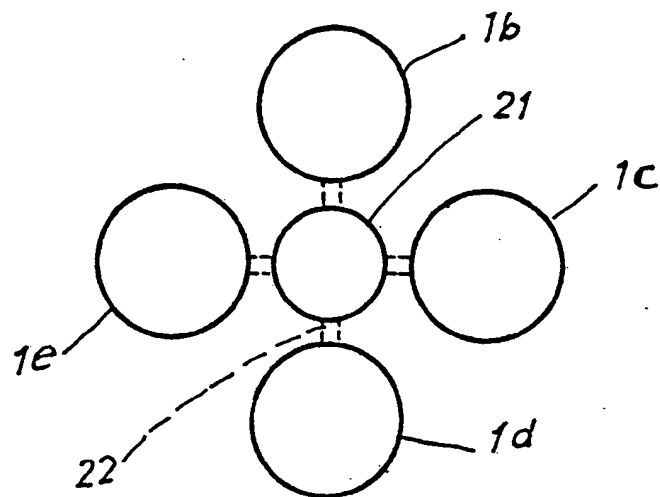


Fig. 13

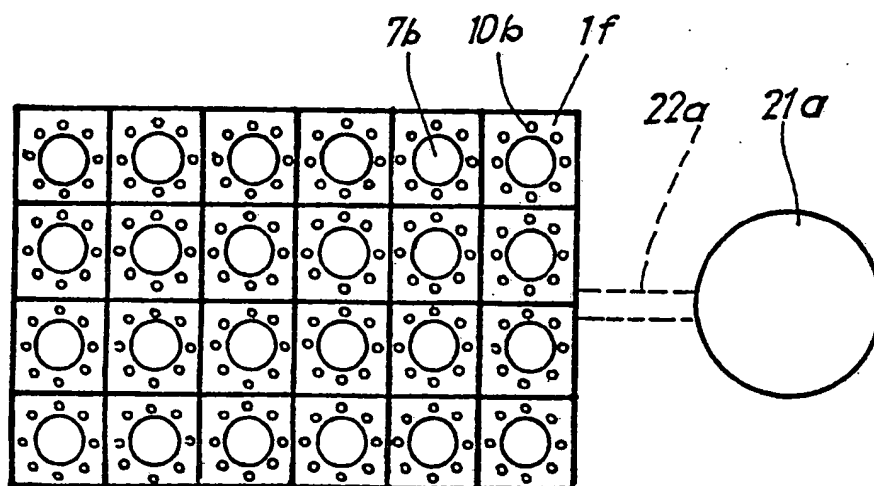


Fig. 14

3151475

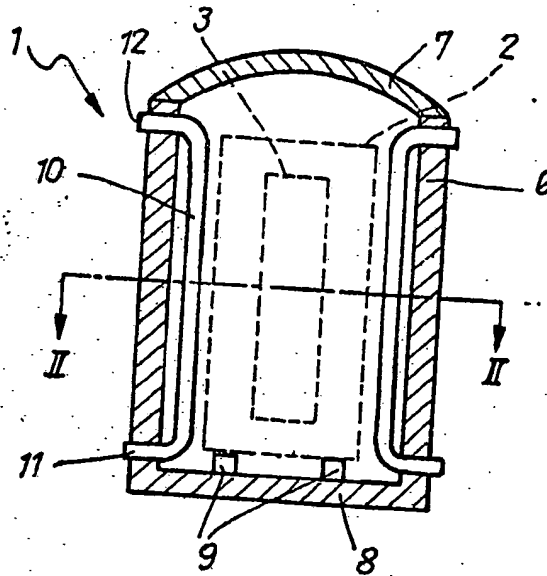


Fig. 1

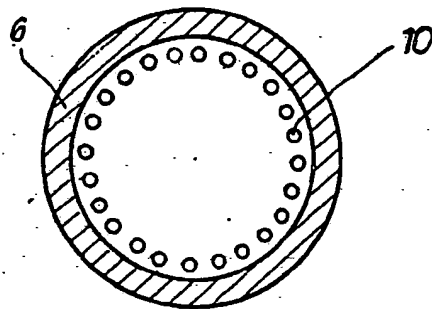


Fig. 2

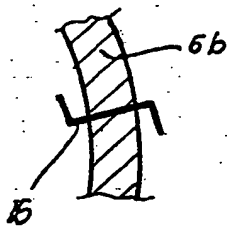


Fig. 4

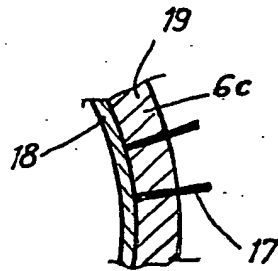


Fig. 5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**